

アルミニウム合金のプレス成形性向上に関する研究（第1報）

小川 大介、水谷 予志生

Study on press forming of aluminum alloy (I)

Daisuke Ogawa and Yoshiki Mizutani

アルミニウム合金のプレス成形性について、引張試験および深絞り試験を行い、速度の違いによる集合組織への影響を検討した。引張試験は、速度によって引張強さおよび破断面集合組織に違いが得られた。また、深絞り試験における成形性評価については、プレス条件の高速化により真円度が悪くなり、側壁部にしわが発生することから、プレス速度を最適に選択する必要があることがわかった。

1. はじめに

金属板材のプレス成形は、コスト低減や高精度が求められるだけでなく、難加工材に対して成形性向上が求められるようになってきている。近年、自動車パネル用材料として鋼板に代わりアルミニウム合金が使用され、車体の軽量化ニーズを受けて、その使用量は増大する傾向にある¹⁾。そして、アルミニウム合金の延性は従来使用されてきた軟鋼板の延性と比べて低いことが知られ、しわや割れなど成形性の改善が要望されている。それらを解決するための手法として、サーボプレスの活用が考えられる。特に、スライドの動きや速度、下死点位置などを任意にかつ高精度に制御できるサーボプレスの登場が、より革新的な成形技術開発のキーとなっている²⁾。これまで、材料のプレス成形性を評価する手段として、材料の成形性試験（引張試験、エリクセン試験）などで評価されているが、実際のプレス条件（速度や形状など）によって、成形性が異なることが現状である。そこで、プレス成形速度に着目した成形性への影響を検討し、不良箇所の集合組織解析との相関性について調査した。

2. 実験

2.1 供試材

本実験に使用した供試材は、市販の板厚 1.0mm、Al-Mg 系アルミニウム合金 A5052-O を用い、2.2 節に示す成形性試験を行った。

2.2 成形性試験

2.2.1 引張試験

引張試験には、精密万能試験機（株）島津製作所製 AG-IS 型 100kN）を用いた。試験片形状は、JIS Z 2201 による 13 号 B 試験片（平行部 12.5mm×長さ 60mm、標点距離 50mm）とし、図 1 に示すように、圧延方向を 0° 方向とし、45°、90° 方向にワイヤーカット切断機にて試験片を作製した。引張試験の弾性域においては、3 軸ロゼットゲージを用いて主ひずみを計測した。破断付近のひずみを測定するため、スクライブドサークルによるひずみを計測した。引張試験後のサンプルを高分解

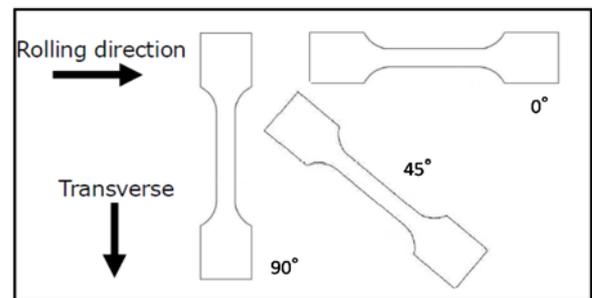


図 1 引張試験片

能走査電子顕微鏡複合装置（日本電子（株）製 JIB-4600F）を用い、電子線後方散乱回折（EBSD）法により集合組織を解析した。

2.2.2 深絞り試験

プレス機は、電動サーボプレス機（株）放電精密加工研究所製 ZENFormer MPS675DS）を用いた。プレス成形条件として、V 字 1 点変速制御によりプレス速度 1~200mm/s、しわ押さえ板間隔 1.0mm として深絞り成形を行った。金型形状は、パンチ径 ϕ 25mm、パンチ肩半径 R5mm、ダイス径 ϕ 27.5mm、ダイス肩半径 R5mm を用いた。被成形材は、 ϕ 50mm×t1mm（絞り比：2）、汎用プレス潤滑剤を用いた。

深絞り成形後の形状精度の評価として、真円度測定機（株）東京精密 ロンコム 52B-510）を用いて、カップ外周底面から高さ H10・13・16・19mm の位置を測定した。そして、引張試験同様、EBSD による集合組織解析をした。

3. 結果及び考察

3.1 引張試験

アルミニウム合金の機械的特性試験結果を表 1 に示す。焼頓材のため引張強さは約 210MPa、伸びは約 22%あるが、r 値は 0° および 90° 方向と比べ、45° 方向が小さいので、異方性がある材料であることがわかる。次に、引張速度に対する引張強さの結果を図 2 に示す。引張試験速度が 50mm/min 以上になると、1mm/min に比べ引張

表1 供試体の機械的特性

	引張強さ	耐力	破断伸び	r値	
		MPa	MPa		%
A5052-O	0°	213	118	22	0.88
	45°	212	120	24	0.56
	90°	210	117	22	0.82

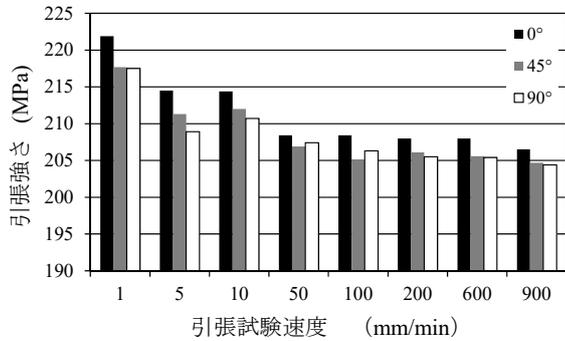


図2 引張速度と引張強さ

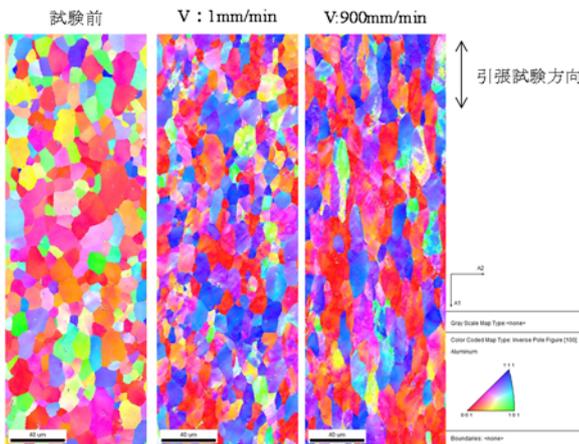


図3 結晶方位マップ (0° 方向)

強さが 5%程度低下している。一般的に多くの金属材料は、引張速度（ひずみ速度）が大きくなると引張強さも増加する。しかし、今回の引張試験においては、引張時に発生する熱エネルギーが発散されたため、引張強さが低下したと考えられる。

引張試験した 0° 方向のサンプル（引張速度 V : 1mm/min、900mm/min）の破断点付近（局所ひずみ約 50 %）の断面について、EBSD により集合組織を解析した結果を図3に示す。引張速度が速くなることにより、(001)面や(111)面の法線が試料の RD 方向に強く配向されている。また、結晶粒の大きさや形が変わり、引張方向に沿って楕円形状になることが確認できた。

3. 2 深絞り試験

それぞれのプレス速度で深絞りした成形品の真円度測定結果を図4に示す。カップ外周底面から高い位置ほど、真円度が悪くなっている。特に、プレス速度が 200mm/s の場合、全体的に真円度結果が悪くなり、図5に示すようにカップ側壁にしわが発生した。これは、フランジ部からダイ肩部に引き込まれる際に、しわ押さえ板によ

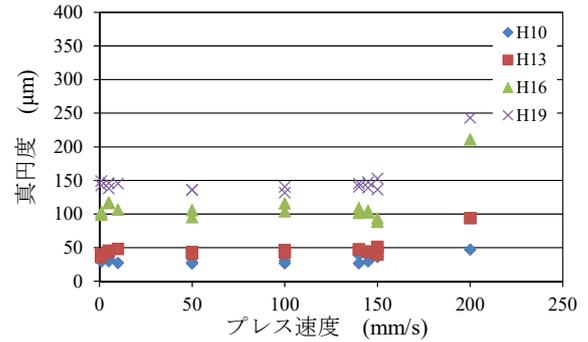


図4 深絞り真円度測定結果

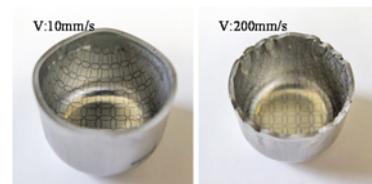


図5 深絞り成形品

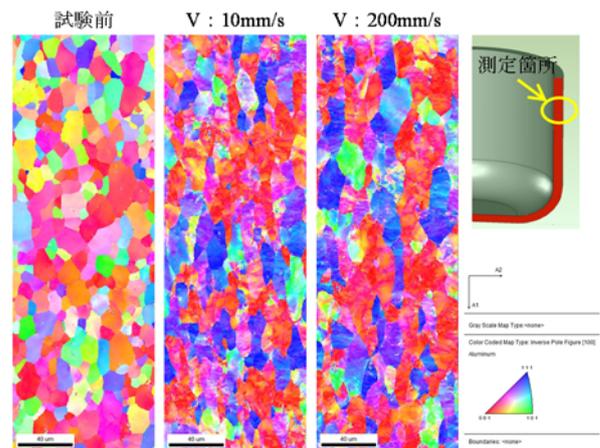


図6 結晶方位マップ

て矯正されるが、プレス速度が速いために座屈が発生したと考えられる。次に、カップ側壁部の集合組織解析結果を図6に示す。深絞り成形することによって、結晶方位にムラが生じることが確認できた。また、プレス速度 200mm/s においては、結晶粒が大きくなることがわかった。

4. まとめ

アルミニウム合金の引張試験において、引張速度を速くすることで、強度および集合組織に違いがあることが明らかとなった。深絞り試験においては、プレス速度の高速化により真円度が悪くなり、側壁部にしわが発生することから、成形速度に最適性があることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 高田健,新日鉄技報第 393, pp104-109,2012
- 2) 林央,天田財団研究報告書, pp11-19,2008